

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ОБЗОРНЫХ РЛС 3-см И 8-мм ДИАПАЗОНОВ НА СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКЕ

В.Я. Носков¹, К.А. Игнатков¹, М.В. Осипов², В.А. Хлусов²

¹Екатеринбург, Уральский федеральный университет, noskov@oko-ek.ru

²Томск, НПФ «МИКРАН», hva@micran.ru

TEST RESULTS OF 3-CM AND 8-MM SURVEILLANCE RADARS AT THE HUMP YARD

V.Ya. Noskov, K.A. Ignatkov, M.V. Osipov, V.A. Hlusov

Для автоматизации процессов роспуска и формирования составов на сортировочной горке необходима информация о текущем положении вагонов, количестве вагонов на пути, координатах головы и хвоста составов, размерах «окон» (промежутков), расстояния свободного пробега после выхода вагонов из замедлителя парковой тормозной позиции, текущей скорости движения вагонов и скорости при их соударении, а также дислокации маневровых локомотивов и других данных (например, номеров вагонов и их типа). Однако существующие сегодня на сортировочных горках технические средства не обеспечивают в полной мере автоматизированную систему управления технологическими процессами (АСУ-ТП) необходимой и достоверной информацией. Кроме того, имеющиеся на горке напольные и рельсовые датчики и измерители отличаются высокой удельной стоимостью оборудования, большим энергопотреблением, сложностью обслуживания и недостаточной надёжностью.

С целью оценки возможности комплексного решения перечисленных выше задач на нечётной горке станции Екатеринбург – Сортировочный были проведены первичные испытания двух образцов обзорных РЛС 3-см и 8-мм диапазонов длин волн излучения. РЛС 3-см диапазона предназначена для навигации малотоннажных судов, а также для швартовки и постановки на рейд крупнотоннажных судов. Радиолокационный сенсор 8-мм диапазона – опытный образец РЛС широкого спектра применения. Разработаны станции специалистами научно-производственной фирмой «МИКРАН» (г. Томск) и выпускаются малыми сериями [1]. Обе РЛС выполнены на современной элементной базе, используют цифровое формирование зондирующего сигнала с ЛЧМ и цифровую обработку принятого отражённого сигнала. Ширина диаграммы направленности антенн по уровню –3 дБ в горизонтальной плоскости 1°, в вертикальной – 32°. Скорость азимутального обзора – 24 об/мин.

РЛС 3-см диапазона имеет рабочую частоту 9430 МГц, формирует непрерывный ЛЧМ с девиацией ± 100 МГц по пилообразному закону с периодом 7 мс. Разрешение по дальности порядка 1,2 м (по критерию Рэлея). Мощность излучения 70 мВт, спектральная плотность мощности шумов –161 дБм/Гц. Коэффициент шума приёмника равен 3 дБ, а динамический диапазон цифрового представления спектра сигнала биений ≈ 110 дБ. Дальность действия РЛС по крупным надводным объектам до 30 км [2]. Макет радиолокационного сенсора 8-мм диапазона длин волн имеет: рабочую частоту 33,8 ГГц; мощность излучения ~ 40 мВт; горизонтальный размер апертуры антенны 60 см.; максимальное разрешение по дальности $\sim 0,5$ м.; ширина полосы ЛЧМ 50–600 МГц, регулируется на программном уровне [3].

Первая часть испытаний проводилась с целью контроля ситуации в сортировочном парке. Для этого РЛС устанавливались на балконе поста №5 на высоте около 25 м от поверхности земли (см. рис. 1 а, б). Панорама парка сортировки вагонов с точки установки РЛС представлена на рис. 1 в, а соответствующий ей вид картины радиолокационного изображения на мониторе РЛС – на рис. 2 а. Увеличенный фрагмент этого изображения для начального участка парка показан на рис. 2 б. Вторая часть испытаний проходила при установке РЛС вблизи вершины горки для контроля ситуации на спускной части горки. В этом случае РЛС устанавливались на крыше поста № 4, на высоте 7 м от поверхности земли (см. рис. 3 а). Вид панорамы спускной части горки представлен на рис. 3 б. Соответствующая ему картина радиолокационного изображения на мониторе представлена на рис. 4, а увеличенный фрагмент её – на рис. 4 б.

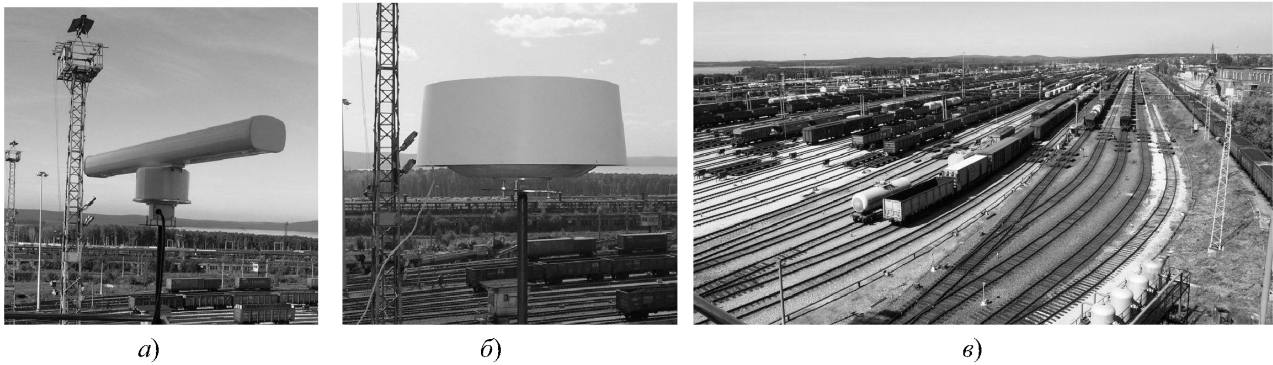


Рис. 1. Внешний вид РЛС 3-см диапазона (а), РЛС 8-мм диапазона (б) и панорама сортировочного парка (в).

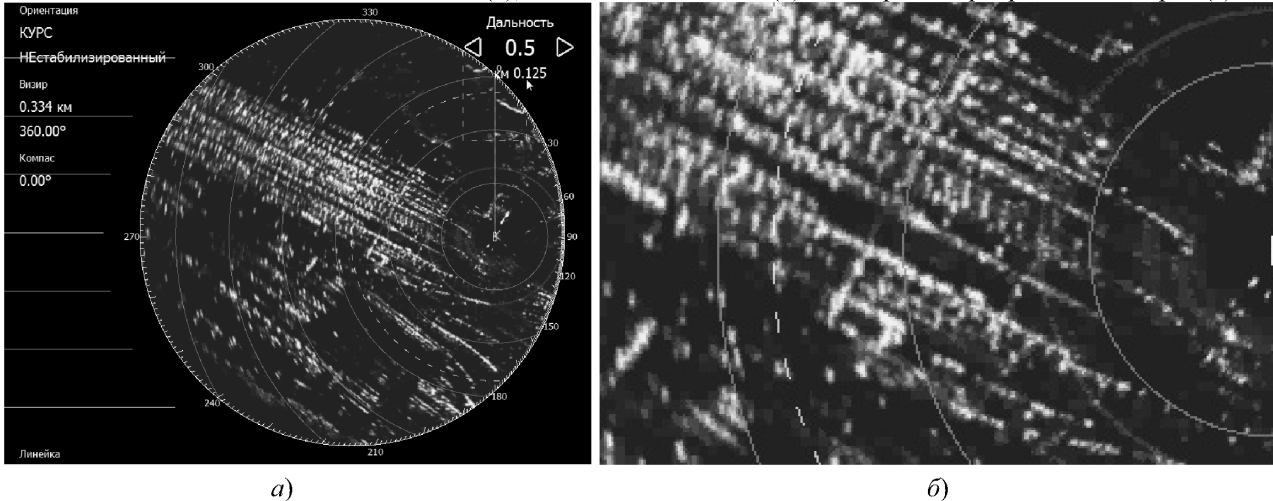


Рис. 2. Общий вид изображения на мониторе РЛС картины, отображающей парк сортировки (а) и увеличенный фрагмент этого парка (б) со стороны спускной части горки.

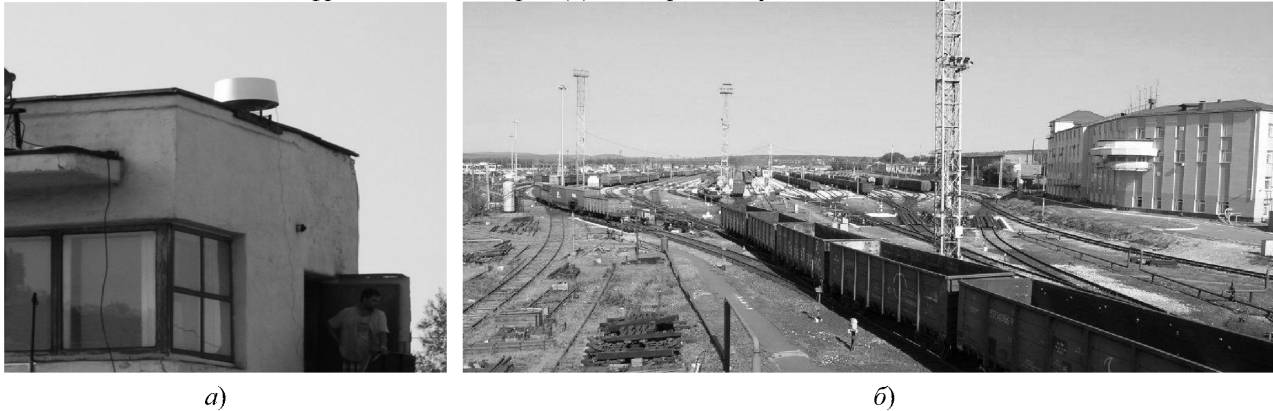


Рис. 3. РЛС 8-мм диапазона на крыша поста № 4 (а) и панорама спускной части горки и парка сортировки (б).

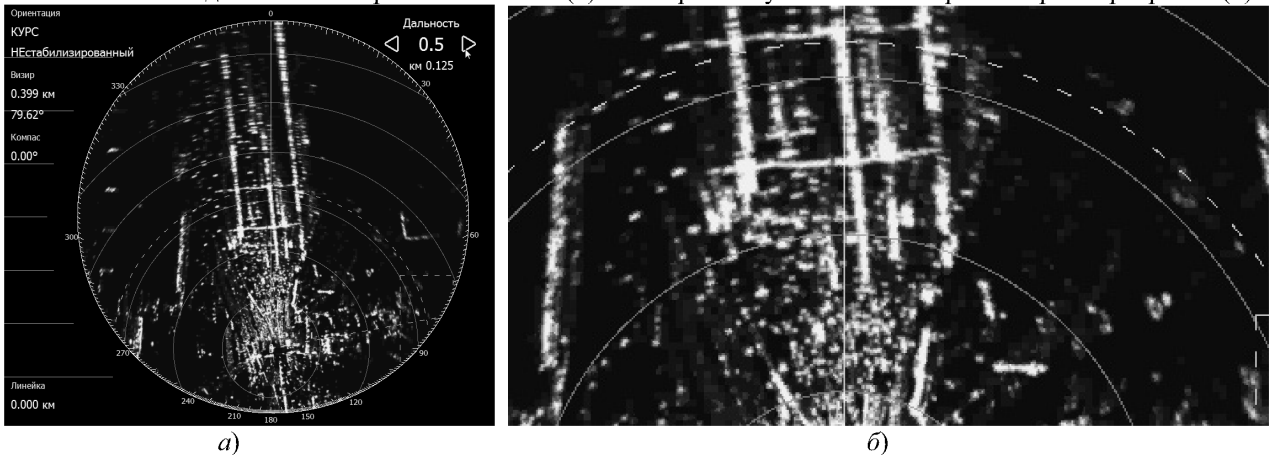


Рис. 2. Общий вид изображения на мониторе РЛС картины, отображающей спускную часть горки с начальным участком парка сортировки (а) и увеличенный фрагмент части горки (б).

В ходе экспериментов установлено следующее. РЛС фиксирует расположение движущихся и неподвижных вагонов и локомотивов на всём пути их следования на расстоянии до 1600 м от точки установки РЛС. Погрешность расхождения данных РЛС и данных относительных топографических измерений положения вагонов по дальности не превышает 1,5 м. За счёт различия в разрешающей способности «чёткость» изображения картины РЛС 8-мм несколько лучше, чем у РЛС 3-см диапазона. Угловое разрешение отражающих частей объектов на сортировочной горке (вагонов, локомотивов, строений и пр.) у обеих РЛС одинаковы и обеспечивается на расстоянии до 200 – 250 м. На всём протяжении путей в сортировочном парке на мониторе РЛС визуально фиксируется факт движения вагона. Это обеспечивает принципиальную возможность по величине смещения отметки от вагона через цикл обзора оценить скорость его движения. Однако числовые параметры скорости движения и погрешности измерений не были установлены, ввиду неготовности программного обеспечения РЛС для решения данных задач.

Результаты исследований возможностей РЛС при обзоре спускной части горки показали, что раздельное изображение частей отражающих объектов (вагонов) на удалённой части горки затруднено экранированием близлежащими объектами (вагонами, осветительными мачтами и фермами, постами операторов и пр.). Ввиду высокой скорости движения отцепов на этой части горки наблюдается значительное смещение отметок через период обзора.

В целом, из результатов проведенных первичных испытаний следует, что представленные РЛС 3-см и 8-мм диапазонов, в принципе, без специальных доработок обеспечивают решение на сортировочной горке следующих задач: возможность визуального отображения картины расположения вагонов на сортировочных путях с разрешением 1,5 м по дальности; определение координат хвоста и головы групп вагонов; определение размеров «окон» и расстояния свободного пробега вагонов после выхода из замедлителя парковой тормозной позиции, а также дислокацию локомотивов. Однако для более чёткого разделения сигналов в междувAGONных промежутках представляется целесообразным доработать эти РЛС в плане повышения их разрешающей способности по азимуту и дальности в 2 – 4 раза и обеспечить возможность определения скорости движения объектов. Кроме того, для контроля перемещения вагонов на спускной части горки необходимо увеличение скорости обзора в 2 – 3 раза.

Для получения полной и наиболее достоверной картины размещения вагонов и локомотивов на всей площади контролируемой зоны сортировочной горки необходима организация радиолокационного комплекса, содержащего несколько (3 – 4) обзорных РЛС, устанавливаемых в контролируемой зоне на высоте 20 – 30 м, при этом их координаты размещения должны быть согласованы с электронной картой местности. Система вторичной обработки информации этого комплекса должна включать в себя исходные данные электронной карты и системы управления роспуском вагонов, а также других датчиков и измерителей АСУ-ТП.

Литература

1. <http://www.micran.ru/productions/rls/river/> (дата последнего обращения 14.08.2012.)
2. Судовая РЛС ближнего обзора с высоким разрешением по дальности / В.В. Доценко, Д.М. Носов, М.В. Осипов, М.Е. Ровкин, А.С. Сурков, В.А. Хлусов // Сб. трудов 20-й Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМико'2010). 13-17 сентября 2010 г. Севастополь, Крым, Украина. Издательство «Вебер», Севастополь, Украина. ISBN 978-966-335-329-6. IEEE Catalog Number: CEP10788-CDR. Стр. 1253–1254.
3. LPI радиолокационный сенсор КА диапазона / В.А. Хлусов, М.Е. Ровкин, В.В. Доценко, М.В. Осипов, А.С. Сурков, Д.М. Носов, О.Ю. Сваровский, Д.А. Попов, Е.А. Давыденко // Сб. трудов 22-й Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМико'2012). 10-14 сентября 2012 г. Севастополь, Крым, Украина. Издательство «Вебер», Севастополь, Украина. ISBN 978-966-335-329-6. IEEE Catalog Number: CEP10788-CDR.